PART2　濃度と反応速度

目標　・濃度と反応速度の関係を理解し，反応速度式を求める実験を確認してみよう！

Chapter1　濃度と反応速度

要点

濃度と反応速度・反応速度式

・反応物の濃度が大きくなると衝突回数が増加し，反応速度が大きくなる。
　反応物のモル濃度と反応速度の関係を表した式を反応速度式（速度式）という。

◆ 濃度と反応速度　重要

反応が進行するためには，反応物同士の衝突が必要である。

反応物の濃度が大きくなると，反応物同士の衝突回数が増加するため反応速度が大きくなる。

◆ 反応速度式　重要

反応物のモル濃度と反応速度の関係を表した式を反応速度式（速度式）という。

化学反応 x A ＋ y B → z C において，反応速度式 $v = k[A]^x [B]^y$　が成立する。

k：速度定数

　活性化エネルギーと温度で決まる定数。

　活性化エネルギーが小さいほど，また，温度が高いほど k が大きくなる。

x・y：化学反応式の係数と一致することもあるが，正確には実験から求められる数値。

例　$H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$　　$v = k[H_2][I_2]$

　　$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$　　$v = k[H_2O_2]$

まとめ

・反応物の濃度が大きくなると，反応物同士の（　　　　　　）が増加するため反応速度が（　　　　　）なる。

・反応物のモル濃度と反応速度の関係を表した式を（　　　　　　　　　　）という。

Chapter2　反応速度式を求める実験

要点

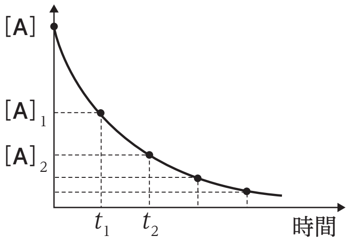
反応速度式を求める実験

　反応の進行に伴う反応物のモル濃度の変化を調べ，各時間帯の平均の濃度と平均の速さから速度定数を求めることができる。

◆ 反応速度式を求める実験　**重要**

　反応速度式を求めるには以下のような実験をおこなう。

(1)　単位時間あたりの反応物の減少量を測定する。



(2)　各時間帯の平均の濃度を求める。

$$[\overline{A}] = \frac{[A]_1 + [A]_2}{2}$$

(3)　各時間帯の平均の速さを求める。

※平均の速さは，単位時間あたりに減少する反応物の物質量（増加する生成物の物質量）

$$\overline{v} = -\frac{[A]_2 - [A]_1}{t_2 - t_1}$$

(4)　求めた平均の濃度と平均の反応速度の関係を導く。

高校化学で扱う問題のほとんどは一次反応であるため，$\frac{\overline{v}}{[\overline{A}]} = k$（一定値）になる。

時間 t 〔min〕	濃度[A]〔mol/L〕	平均の速さ $\overline{v}$〔mol/L・min〕	平均の濃度 $[\overline{A}]$〔mol/L〕	$\overline{v}/[\overline{A}]$〔/min〕
0	5.02	$\frac{5.02-4.20}{4-0}=0.205$	$\frac{5.02+4.20}{2}=4.61$	$\frac{0.205}{4.61}=4.45\times10^{-2}$
4	4.20	同様に0.170	同様に3.86	同様に　4.40×10^{-2}
8	3.52	同様に0.140	同様に3.17	同様に　4.42×10^{-2}
13	2.82			

ほぼ一定
$\overline{v}/[\overline{A}]=k$ より
$\overline{v}=k[\overline{A}]^1$ とわかる

　そして，各時間帯における k の平均値がこの反応の速度定数となる。

まとめ

・反応速度式を求める実験では，反応の進行に伴う反応物のモル濃度の変化を調べ，各時間帯の（　　　　　　　　）と（　　　　　　　　）から速度定数を求める。

Chapter3　反応速度式を求める実験の計算

要点

反応速度式を求める実験の計算

各時間帯の「平均の濃度」と「平均の速さ」を求めることを徹底する。

◆ 反応速度式を求める実験の計算　重要

例題

一定温度のもとで，過酸化水素の分解反応をおこなった。

$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$

その結果，過酸化水素のモル濃度の変化は表のようであった。

この結果を用いて以下の問いに答えよ。

時間〔min〕	$[H_2O_2]$〔mol/L〕
0	0.88
2	0.22
4	0.056

(1)　この反応の反応速度式を以下のように表したとき，

x に入る数値を求めよ。

$v = k[H_2O_2]^x$

(2)　この反応の速度定数 k〔/min〕を求めよ。

考え方

(1)　0 ～ 2 分について

① H_2O_2 の平均の濃度：0.550 mol/L

②平均の速さ：0.330 mol/(L・min)

③②を①で割った値：0.600 /min

2 ～ 4 分について

① H_2O_2 の平均の濃度：0.138 mol/L

②平均の速さ：0.0820 mol/(L・min)

③②を①で割った値：0.594 /min

各時間帯の③の値がほぼ一定であることから，この反応は一次反応である。すなわち，反応速度式は $v = k[H_2O_2]$ となるため，$x = 1$ である。

(2)　(1)の③の値の平均値がこの反応の速度定数となる。

平均値は 0.597 であるため，速度定数は 0.60 /min となる。

Chapter4　演習問題

問　以下のような反応について次の問いに答えよ。

$$2A + B \rightarrow 2C$$

⑴　ある瞬間のＢの減少速度が 2.0×10^{-3} mol/(L・s)であった。このとき，Ｃの増加速度はいくらか。

⑵　Ａのモル濃度のみを２倍にしたところ，Ｃの増加速度も２倍になり，Ｂのモル濃度のみを２倍にしたところ，Ｃの増加速度は４倍になった。以下の反応速度式の x と y に当てはまる数値をそれぞれ整数で答えよ。

$$v = k[A]^x[B]^y$$

第7講　PART2　確認問題

問 1　一定温度のもと，過酸化水素の分解反応をおこなった。

$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$

その結果，過酸化水素のモル濃度の変化は以下の表のようになった。

時間〔min〕	$[H_2O_2]$〔mol/L〕
0	1.60
4	0.40
8	0.10

この表について，次の問いに答えよ。

(1)　0 ～ 4 分について, 平均の速さを H_2O_2 の平均の濃度で割った値は何 /min か。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 0.15/min　② 0.30/min

③ 0.60/min　④ 0.90/min

(2)　4 ～ 8 分について, 平均の速さを H_2O_2 の平均の濃度で割った値は何 /min か。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 0.15/min　② 0.30/min

③ 0.60/min　④ 0.90/min

(3)　この反応の反応速度式を $v=k[H_2O_2]^x$（k は反応速度定数）とすると，x に入る数値として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 1　② 2

③ 3　④ 4

⑷　この反応の反応速度定数 k〔/min〕として最も適当なものを，
次の①～④のうちから一つ選べ。

① 0.15/min　　② 0.30/min

③ 0.60/min　　④ 0.90/min

第７講　反応速度

PART1　化学反応の仕組み・反応速度を決める要素

問　(1)　発熱反応

(2)　$-(y-x)$ kJ/mol

(3)　$(z-y)$ kJ/mol

PART2　濃度と反応速度

問　(1)　4.0×10^{-3} (mol/L・s)

(2)　$x=1$，$y=2$

第 7 講　PART2　確認問題　解答

問 1

(1)　②

解説：

0 ～ 4 分における H_2O_2 の平均の濃度は $\dfrac{1.60+0.40}{2}=$ 1.00 mol/L，平均の速さは $-\dfrac{0.40-1.60}{4-0}=0.30$mol/(L･min) なので，$\dfrac{0.30}{1.00}=0.30$ /min となる。

(2)　②

解説：

4 ～ 8 分における H_2O_2 の平均の濃度は $\dfrac{0.40+0.10}{2}=$ 0.25mol/L，平均の速さは $-\dfrac{0.10-0.40}{8-4}=0.075$mol/(L･min) なので，$\dfrac{0.075}{0.25}=0.30$ /min となる。

(3)　①

解説：

各時間帯の平均の速さを H_2O_2 の平均の濃度で割った値が一定であることから，この反応は一次反応である。よって，$x=1$ となる。

(4)　②

解説：

速度定数は，平均の速さを H_2O_2 の平均の濃度で割った値の平均値なので，$\dfrac{0.30+0.30}{2}=0.30$ /min となる。